

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Бреки А.Д., Иванова Г.В., Тарасенко Е.А., Хуа Сян

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург*

Ключевые слова: ленточный конвейер, лента, футеровка, ролик, износ, износостойкость, трение.

Аннотация. Целью работы является исследование трибологических свойств материалов элементов ленточного конвейера. В ходе данной работы авторы приводят обзор технических решений по повышению надежности и долговечности лент конвейера; методику испытаний на истирание неметаллических материалов, используемых для изготовления роликов, ленты и футеровки барабана конвейера.

INCREASING DURABILITY OF EQUIPMENT FOR THE TRANSPORTATION OF BULK MATERIALS

Breki A.D., Ivanova G.V., Tarasenko E.A., Hua Xiang

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg

Keywords: tape conveyor, tape, lining, roller, wear, wear resistance, friction.

Abstract. The aim of the work is to study the tribological properties of the materials of the belt conveyor elements. In the course of this work, the authors provide an overview of technical solutions to improve the reliability and durability of conveyor belts; method of testing for abrasion of non-metallic materials used for the manufacture of rollers, belt and lining of the conveyor drum.

Повышение долговечности и надежности работы транспортирующего оборудования возможно за счет совершенствования эксплуатации и использования новых технических решений для основных узлов ленточного конвейера.

Новые технические решения направлены на модернизацию конвейерной ленты, опор скольжения, барабанов, роликов и на использование неметаллических материалов для снижения износа. Теоретические расчеты и лабораторные испытания направлены на исследование механизма процесса изнашивания.

Хан Хуньян в работе [1] провел исследования факторов, влияющих на снижение прочности конвейерной ленты при износе. Установлено, что стальная проволока подвергается воздействию извне, а затем вступает в химическую реакцию с воздухом и влагой, при этом проволока часто ломается. Это не только сокращает срок службы конвейерной ленты, но и вызывает серьезные аварии из-за обрыва ленты, а изменение толщины ленты приводит также к износу роликов.

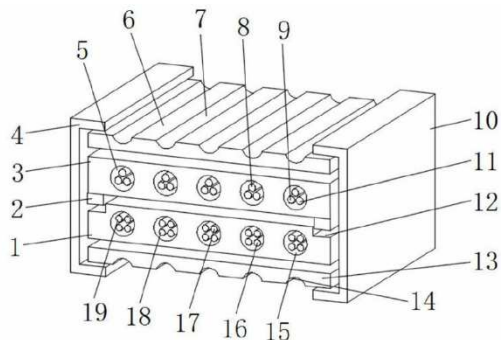
Рен Гуокуан [2] разработал резиновую конвейерную ленту высокой прочности, которая состоит из верхнего 1, нижнего 2 и бокового 3 слоя резины. Нижний слой резины имеет толщину больше, чем верхний слой. Между нижним и верхним слоями резины находится стальная проволока 4, расположенная

горизонтально. В нижнем слое резины находится: стальная проволочная сетка и расположенная продольно стальная проволока 7, которая разделена на два слоя, расположенных в шахматном порядке; ткань из арамидного волокна 10, асбестовая ткань 5 имеет складки 8, выступающие вверх с интервалом в вышележащий слой резины. Ткань из арамидного волокна волнообразно распределена между верхним и нижним слоями стальной проволоки, концевая часть асбестовой ткани, фланец стальной проволочной сетки и концевая часть ткани из арамидного волокна расположены в боковом слое. Такая конструкция ленты может быть использована для цементной, сталелитейной, угольной и других отраслей промышленности, что может продлить срок службы конвейера и снизить производственные затраты.



Рис. 1. Частично увеличенный вид продольного сечения прочной резиновой конвейерной ленты

Ли Хайтао разработал конвейерную ленту с сердечником из композитного материала [3], включающую нижний слой резины сердечника, внутренняя полость нижнего слоя резины сердечника равномерно распределена с сердечником 2 из композитного материала, а нижняя поверхность нижнего слоя резины сердечника соединена с покрывающим слоем резины 2. Верхняя поверхность нижнего слоя резины сердечника соединена с верхним слоем резины сердечника, внутренняя полость верхнего слоя резины сердечника равномерно распределена с сердечниками 1 из композитного материала, а конвейерная лента сердечника из композитного материала снабжена сердечником 1 из композитного материала и сердечником из композитного материала 2 для улучшения характеристик изгиба конвейерной ленты с сердечником из композитного материала. Гибкость и долговечность повышаются за счет создания защитного слоя резины 1, противоскользящей канавки 1, защитного слоя резины 2 и противоскользящей канавки 2 для увеличения поверхностного трения конвейерной ленты с сердечником из композитного материала. Это расширяет сферу применения конструкции. Целесообразно более плотно соединить сердечник из композитного материала 1 и сердечник из композитного материала 2, установив соединительный резиновый блок и соединительную канавку, и следует расширить использование конвейерной ленты сердечника из композитного материала, установив соединительную втулку 1 и соединительную втулку 2. Так достигается долговечность и высокая практичность.



1 - нижний сердцевинный резиновый слой; 2 - соединительный резиновый блок; 3 - верхний сердцевинный слой резины; 4 - соединительная втулка; 5 - сердцевина из композитного материала один; 6 – первый покрывающий слой резины; 7 - канавка скольжения первого слоя; 8 - сердцевина из углеродного волокна, 9 - сердцевина из графитового волокна; 10 - соединительная втулка 2; 11 - сердцевина из ультратонкого стального волокна; 12 -соединительная канавка; 13 - второй покрывающий резиновый слой; 14 - канавка скольжения второго слоя; 15 - составной слой 2; 16 - сердцевина из арамидного волокна; 17 - сердцевина из базальтового волокна; 18 - сердцевина из стекловолокна; 19 - сердцевина из полиэтилена сверхвысокой молекулярной массы

Рис. 2. Структурная схема конвейерной ленты с композитным сердечником

Ченг Ляньхэ изобрел конвейерную ленту повышенной прочности для руды [4]. Компоненты сырья: SBR, BR, NR, активатор, пластификатор, усиливающий агент, полиэфирное штапельное волокно, антиоксидант, парафин, сера и ускоритель. Эксперименты показывают, что используемое сырье улучшает прочность на разрыв и износостойкость конвейерной ленты. На практике добавление соответствующего количества полиэфирного штапельного волокна, предварительно обработанного для улучшения смачиваемости, может значительно улучшить прочность на разрыв и износостойкость резины. Кроме того, было доказано, что материал, переносимый конвейерной лентой, не скользит относительно ленты, что повышает ее износостойкость и позволяет увеличить срок службы на 10-15%.

В патенте [5] представлена слоистая структура конвейерной ленты, устойчивой к высоким температурам. Эта конвейерная лента состоит из покрывающего резинового слоя 1, адгезионного слоя 2, переходного слоя 3 и каркасного слоя 4 (полиамидная технологическая ткань), что показано на рисунке 3. Покрывающий слой состоит из трех слоев резины. Эта конвейерная лента отличается отличной термостойкостью и долгим сроком службы. Например, используя фторэластомер SKF 26 или фторэластомер SKF 32 и хлорированный бутилкаучук, можно сделать 3 слоя поверхностного покрывающего каучукового слоя с каждой стороны; хлорбутилкаучук или каучук на основе SKF26 или SKF32 можно использовать вместе.

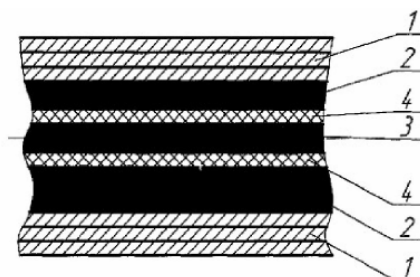


Рис. 3. Конструкция высокотемпературной конвейерной ленты

Чжуан Бинцзянь, Гао Чанъён и Чжан Цзе [6] изучали применение композитов графен/каучук в составах конвейерных лент. Добавление графена может значительно увеличить на 300% растягивающее напряжение, предел прочности и разрыв на разрыв композитов SBR и NR / SBR. Наблюдается высокая прочность и износостойкость. Добавление небольшого количества графена может улучшить сопротивление разрыву и износостойкость резины конвейерной ленты, что способствует продлению срока службы конвейерной ленты.

Лабораторные испытания и исследование образцов материалов рабочих поверхностей ленточного конвейера проводятся в МНОЦ «BaltTribo-Polytechnic», СПбПУ. Изучение трения и процесса истирания неметаллических образцов проводится на машине трения возвратно-поступательного движения типа МТВП (рис. 4,а). Исследование момента трения вращения – на установке «РВД-40» (рис. 4,б) [7].



а)



б)

Рис. 4. Установки для испытаний:

а) возвратно-поступательного движения МТВП, б) РВД-4

В качестве истирающего тела использовался цилиндрический ролик из подшипниковой стали марки ШХ-15 диаметром 5 мм и высотой 10 мм (рис.5). В качестве контртела для испытаний на МТВП используются образцы из неметаллических материалов размером 30x40x10мм. Вид контртела для испытаний на установке РВД-40 из высокомолекулярного полиэтилена представлен на рисунке 5. На рисунке 6 показан образец в процессе испытаний.



Рис. 5. Тело и контртело



Рис. 6. Образец процессе испытаний

Проводится исследование влияния режимов испытаний, таких как, например, усилие прижатия истирающего тела, скорость перемещения, вращения на деформацию образцов, обработка экспериментальных данных. Во время испытаний результаты фиксируются на дисплее компьютера и перестраиваются в

программе Eхеle с учетом коэффициентов тарировки. На рисунке 7 приведен пример графика значения силы трения в зависимости от количества проходов истирающего тела на МТВПТ и момента трения верчения от времени (рис. 8).

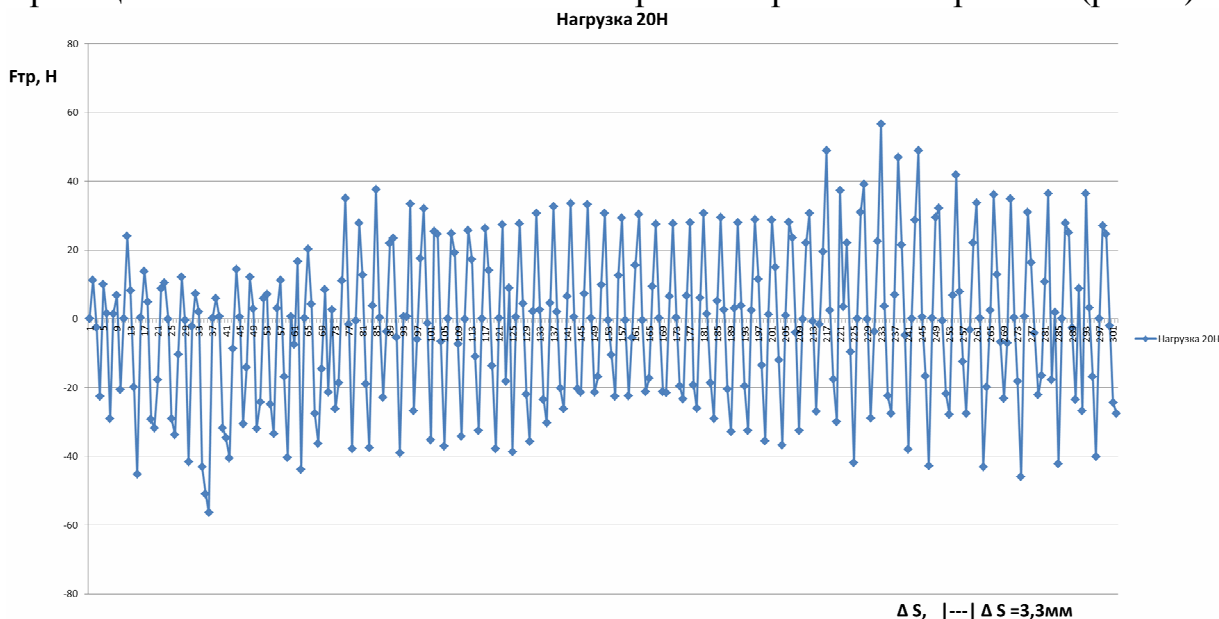


Рис. 7. Определение действительного значения силы трения для нагрузки

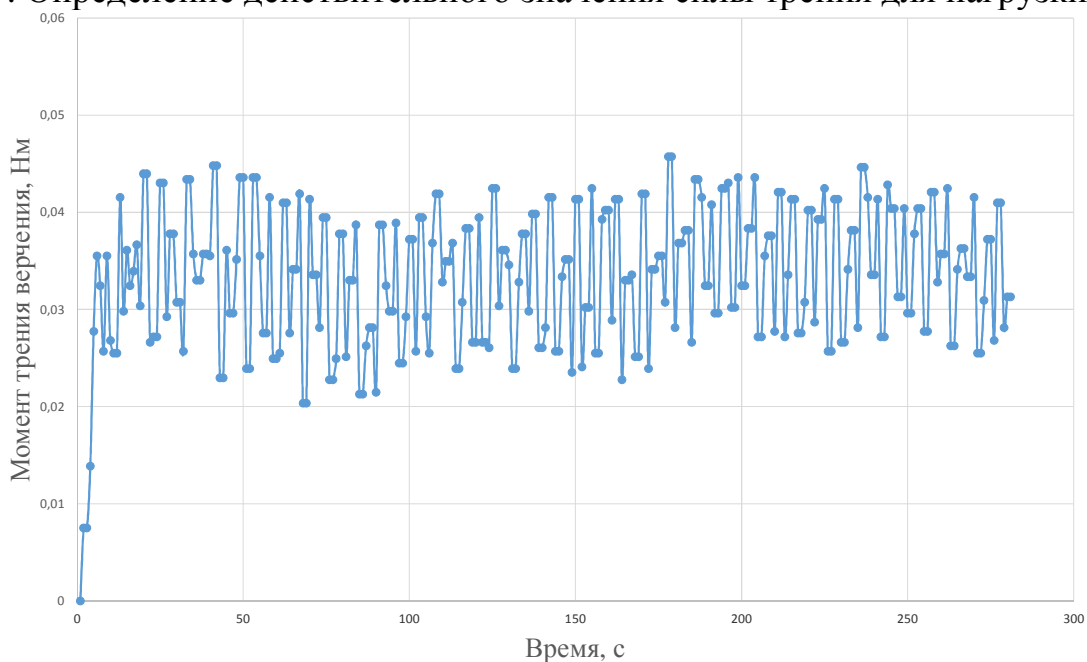


Рис. 7. График зависимости момента трения верчения от времени

Оптическое исследование поверхности образцов после испытаний, шероховатости и микротвердости проводится с использованием оборудования: микроскопа МСБ-9 и на инвертированном микроскопе MeijiTechno IM7000, измерение твердости образцов проводится на автоматический микротвердомере Future-Tech FM-300, шероховатости на профилометре MarSurf PS1.

Исследования материалов на истирание являются перспективным направлением материаловедения и машиностроения по изучению механизма процесса изнашивания, что позволит повысить долговечность и надежность оборудования.

Список литературы

1. Хан Хунъян. Неисправность и устранение отклонения ленты ленточного конвейера в угольной шахте // Modern Mining. 2018. №12. С. 164-165.
2. Шанхайская клейкая лента Huaian Industrial Co., Ltd. Прочная резиновая конвейерная лента // Патент Китая. 201420533402.3. 2014-09-16.
3. Компания Jiangsu Shengyu Power Technology Co., Ltd. Конвейерная лента с сердечником из композитного материала // Патент Китая. 201920193104.7. 2019-02-13.
4. Компания Anhui Yangfan Machinery Co., Ltd. Сырье и процесс для производства прочной конвейерной ленты из минерального песка // Патент Китая. 201410492409.X. 2014-09-24.
5. Патент №2270149 РФ. Конвейерная лента / Шутлин Ю.Ф., Босых М.С., Смирных А.А. – Опубл. 20.02.2006, Бюл. №5.
6. Чжуан Бинцзянь, ГаоЧанъён, Чжан Цзе. Применение композитных материалов графен/каучук в резине конвейерных лент // Резиновые технологии. 2019. №12. С. 681
7. Шушков А.С., Бреки А.Д., Иванова Г.В., Тарасенко Е.А., Толматеев А.Д. Исследование трибологических свойств сверхмолекулярного полиэтилена // Технология машиностроения и материаловедение: Материалы международной научно-практической конференции. – Новокузнецк: НИЦ МС, 2020. – №4. – С. 37-40.

Сведения об авторах:

Бреки Александр Джалюльевич – ведущий инженер, доцент, СПбПУ, Санкт-Петербург;

Иванова Галина Валерьевна – старший преподаватель, СПбПУ, Санкт-Петербург;

Тарасенко Елена Александровна – доцент, СПбПУ, Санкт-Петербург;

Хуа Сян – студент-магистр, СПбПУ, Санкт-Петербург.